# MÉTODOS DE INJERTACIÓN DE HORTALIZAS

**Leonardo Rojas P.**
Ingeniero Agrónomo
lrojas@intihuasi.inia.cl

**Fernando Riveros B.**
Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

INIA Intihuasi

Las principales técnicas de injertación de hortalizas son: de aproximación, de empalme oblicuo, de púa, de tubo y de aguja. Aunque todas se basan en los mismos principios, algunas implican más labores o son más seguras que otras. La técnica de aproximación es la que tiene mayores probabilidades de prendimiento, ya que el injerto conserva conexión con su raíz durante el período de soldadura y aclimatación.

De acuerdo con los principios mencionados en el artículo precedente, la secuencia para producir plantas injertadas es la siguiente: obtención de plantas de patrón e injerto de tamaño y condición adecuadas para la injertación; corte, empalme y sujeción de patrón e injerto; soldadura o unión de ambas plantas, y aclimatación de plantas injertadas. Estos pasos se explican en detalle a continuación.

## Obtención de plantas para injertar

La calidad de las plantas por injertar es un factor importante en el logro de altos porcentajes de prendimiento. En general, el patrón debe ser una planta alta —para que la zona de unión quede lejos del suelo—, pero firme y no etiolada. El injerto también debe tener una constitución firme (endurecida) y su

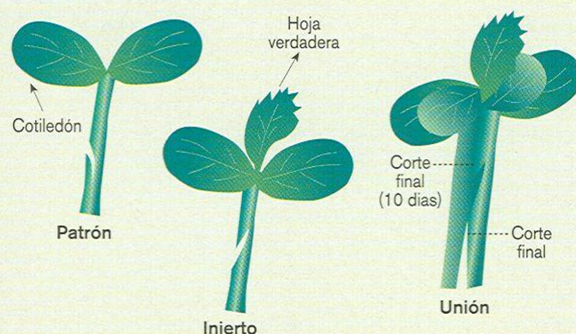
### Injerto de aproximación (tongue approach grafting)

Es una de las técnicas más conocidas y que asegura mayor probabilidad de alto prendimiento, ya que el injerto conserva la conexión con su raíz durante todo el período de soldadura y aclimatación. Ambas plantas se trabajan a raíz desnuda para facilitar su manipulación. El patrón es desbrotado dejando sólo los cotiledones y se le hace un corte diagonal descendente por debajo del nudo cotiledonar. Al injerto se le practica un corte similar, pero ascendente, también por debajo de los cotiledones. Las lengüetas formadas se encajan y se afirma la unión con una pinza. Luego se planta en un contenedor para ser llevado a la cámara de soldadura. Terminada la aclimatación (8 a 10 días después), se corta el patrón por sobre la zona de unión y el injerto por debajo, quedando la planta definitiva. Tiene como desventaja el exceso de labores. No requiere diámetros iguales, se recomienda especialmente en cucurbitáceas, aunque se puede usar en otras especies, como en tomate.




Etapas del injerto de aproximación en tomate: a) encaje de lengüetas de patrón e injerto; b) la unión se afirma con una pinza; c) el par se planta en un contenedor para ser llevado a la cámara de soldadura.

**Figura 1.** Injerto de aproximación (cucurbitáceas).



## Injerto de empalme oblicuo (slant cut grafting)

En este caso el patrón se conserva en su contenedor original y se le hace un corte oblicuo, eliminando el brote más un cotiledón. Al injerto se le realiza un corte similar, dejando el brote, con uno o los dos cotiledones, separado de sus raíces. Éste se empalma con el patrón y se afirma con una pinza. La sujeción mediante la pinza puede ser dificultosa por un efecto deslizante de los cortes diagonales. No requiere diámetros iguales. Se recomienda especialmente en cucurbitáceas.



Injerto de empalme oblicuo de sandía sobre calabaza.

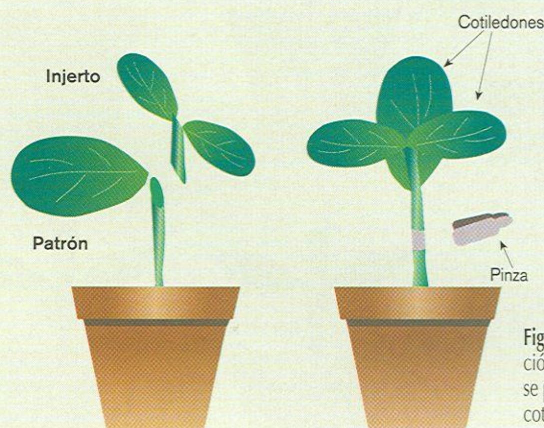



**Figura 2.** Injerto de aproximación (cucurbitáceas). El injerto se puede dejar con uno o dos cotiledones.

longitud y diámetro de tallos deben ser similares al patrón, especialmente cuando se utilizan algunos métodos más exigentes en este aspecto.

Las particularidades del proceso surgen cuando patrón e injerto tienen distinta velocidad de germinación, vigor y tamaño de plántulas, lo cual depende de la variedad, la edad de las semillas y el tratamiento de las mismas. Las diferencias se acentúan al trabajar con especies o géneros distintos.

En cucurbitáceas es característico utilizar injertación intergenérica, por ejemplo, pepino (*Cucumis sativus*) sobre alcayota (*Cucurbita ficifolia*) y sandía (*Citrullus lanatus*) sobre calabazas (*Lagenaria* sp.). En esos casos el patrón suele tener una germinación y desarrollo más rápidos que el injerto, por lo cual se recomienda ajustar el desarrollo de las plantas, tomando medidas como la siembra del injerto unos días antes que el patrón.

Previamente a una producción masiva de plantas para injertar, es aconsejable hacer pruebas de germinación y de producción de plántulas de patrón e injerto en condiciones ambientales y de manejo similares. Se debe observar y registrar:

- El tiempo en que se alcanza un porcentaje aceptable de emergencia (sobre el 50%). Si la semilla es comercial hay que lograr niveles adecuados para la especie (en tomate, sobre el 75%).
- El tiempo en que se alcanzan los estados de una a cuatro hojas verdaderas.
- La necesidad de forzar el alargamiento. En ciertas especies, bajo condiciones normales, los primeros entrenudos (hipocotilos) se alargan con gran facilidad, mientras que en otras es necesario someter a las planta, por algunos días, a un sombreado diurno o a calor nocturno (20 a 25°C) hasta lograr la altura deseada.
- En algunos métodos es muy importante que las plantas tengan hipocotilos de altura y diámetros similares para obtener un buen ajuste de las partes. En otros, no es trascendente.

El manejo puede ser diferenciado para equiparar el crecimiento de patrón e injerto. Para ello es necesario colocar en contenedores separados (bandejas) las

## Injerto de púa (cleft grafting)



Injerto de púa en melón.

Se corta el patrón en forma transversal, y luego se le hace una hendidura longitudinal de uno a dos centímetros. En tomates el corte en el patrón se hace sobre los cotiledones y en las cucurbitáceas puede ser entre o bajo los cotiledones (ver figura). El injerto se corta en bisel bajo los cotiledones y se encaja en la hendidura. La unión se asegura con una pinza. Tiene como desventaja el exceso de labores, pues se deben practicar varios cortes. Por otro lado, en plantas de hipocotilo hueco la superficie que puede formar callo es menor, por coincidir el corte con una cavidad natural, con lo cual se reducen las posibilidades de unión. No requiere diámetros iguales. Se usa más en cucurbitáceas.

**Figura 3.** Injerto de púa (cucurbitáceas y tomate). Alternativas usadas en cucurbitáceas (a y b) y tomate (c).



plantas de uno y otro, las cuales se manejarán en condiciones de más o menos luz, temperatura, etc., para apurar o retrasar el crecimiento, según sea el caso. También, de acuerdo con los registros de emergencia y desarrollo de plántulas puede ser necesario diferir hasta en una semana el momento de siembra.
Para ilustrar las diferencias de desarrollo que pueden ocurrir, en el cuadro 1 se muestran algunas variables medidas en plantas de tres semanas, correspondientes a dos variedades de melón producidas bajo las mismas condiciones. En el cuadro se observa que el melón Calameño presentó menor altura, mayor diámetro y mayor número de hojas que el melón Tuna. Dicha condición se asoció a mayor firmeza mecánica ante la manipulación y los cortes del proceso de injertación.

## Corte, empalme y sujeción

Esta parte del proceso es la que generalmente distingue o da nombre a las diferentes técnicas. En algunas ocasiones el injerto conserva una conexión parcial con sus propias raíces durante el período de soldadura y aclimatación, pero en otras se separa completamente con el corte. En el primer caso hay menos riesgo de deshidratación del injerto por deficiencias en las condiciones ambientales que pudieran ocurrir durante la fase en cuestión y es, por lo mismo, recomendada especialmente para cucurbitáceas.
Los cortes deben ser limpios y se realizan con una hoja de afeitar o bisturí.
En la producción comercial de plantas injertadas no se suele desinfectar las herramientas de corte entre planta y planta, porque la labor se vuelve demasiado lenta. Además, al trabajar con semillas de buena calidad y con plantas tan jóvenes, la posibilidad de propagar enfermedades causadas por bacterias o virus es muy baja.
En todos los métodos, lo normal es que el patrón conserve al menos un cotiledón. En el caso de tomate, lo más usual es que el corte sea por sobre ambos cotiledones.
Entre las principales técnicas están las que se muestran en estas páginas, con figuras y fotos.

### Injerto de tubo (tube grafting)

Patrón e injerto se cortan en diagonal y se empalman en el interior de un tubo de goma. En el patrón se corta sobre los cotiledones para tomate y bajo los cotiledones para cucurbitáceas; y el injerto en tomate puede ir sobre o bajo los cotiledones (buscando diámetro) o bajo los cotiledones, como en las cucurbitáceas. El método es rápido, pero requiere coincidencia en los diámetros de ambos tallos.



Injerto de tubo en melón

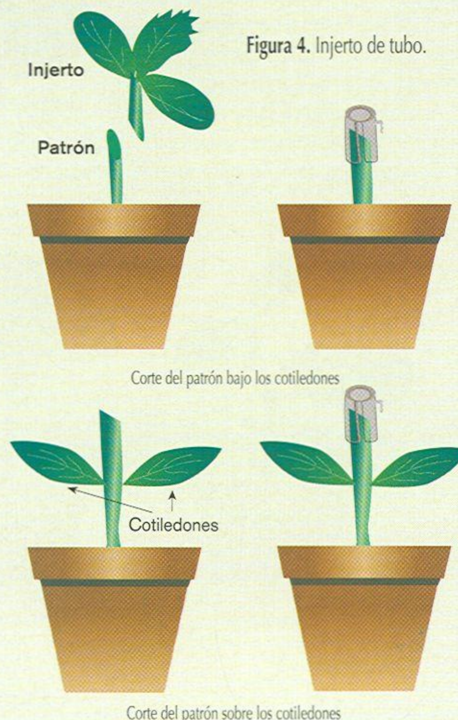



**Figura 4.** Injerto de tubo.

Corte del patrón bajo los cotiledones

Corte del patrón sobre los cotiledones

### Injerto de aguja (pin grafting)

Aquí la unión de los cortes diagonales, realizados igual que para el injerto de tubo, se asegura mediante una aguja de cerámica o acrílica clavada en el centro del corte, en partes iguales en ambos tallos. La aguja tiene sección no cilíndrica (poligonal) para evitar el giro dentro del tejido. Es un método rápido y no requiere diámetros iguales, pero puede fallar por el peso del injerto si éste está muy desarrollado. Se usa en tomate; no es aplicable a plantas con hipocotilo o tallo hueco (cucurbitáceas como sandía o melón, por ejemplo).



Injerto de aguja en tomate:
a) la unión de los cortes se asegura mediante una aguja de cerámica o acrílico clavada en partes iguales en ambos tallos;
b) es un método rápido y no requiere diámetros iguales.

**Figura 5.** Injerto de aguja (tomate)




El corte en el injerto puede ser sobre o bajo los cotiledones

## Soldadura o unión de patrón e injerto

Una unión satisfactoria y rápida precisa de un ambiente con temperatura de 30°C y humedad relativa cercana al 100%. En esas condiciones basta con 72 horas (tres días completos) para que se produzca la unión de tejido calloso de patrón e injerto. Posteriormente, durante el período de aclimatación se completará la diferenciación y unión de haces vasculares, dejando a la planta en condiciones de afrontar las condiciones de campo y continuar su desarrollo en forma normal.

Lo más común es poner a las plantas en oscuridad para que se produzca la soldadura, con el objetivo principal de impedir el calentamiento por el posible efecto invernadero al usar cubiertas transparentes. Sin embargo, una exposición demasiado prolongada a condiciones de alta temperatura y ausencia de luz puede ser contraproducente, ya que provocaría una etiolación y debilitamiento de las plantas.

La forma de lograr el ambiente controlado depende de la escala de trabajo. En producciones comerciales se utilizan cámaras de varios m$^3$, controladas mediante sensores de temperatura y humedad conectados a sistemas automáticos de calefacción, ventilación y humectación.

Una alternativa a escala menor consiste en construir pequeñas cámaras con sistemas de calefacción —basados en resistencias de baja temperatura (cable caliente), reguladas por termostatos— y depósitos de agua para elevar la humedad ambiental (ver recuadro).

**Cuadro 1**

**Desarrollo promedio de plántulas de tres semanas, de dos cultivares de melón, obtenidas bajo similares condiciones ambientales y de manejo**

| Variable | Variedad | |
|---|---|---|
| | Tuna | Calameño |
| Número de hojas verdaderas* | 1 | 2 |
| Longitud de hipocotilo (mm) | 80,5 | 60,1 |
| Diámetro de hipocotilo (mm) | 1,92 | 2,08 |

Calameño = Hales Best Jumbo; tuna = Honey Dew Green Flesh.

Fuente: Proyecto "Uso de portainjertos para control de enfermedades de suelo que afectan al melón en Chile" Fondecyt 1970327.

## Aclimatación de plantas

Se trata de uno de los períodos más críticos para el éxito de la injertación, especialmente cuando se utilizan técnicas en que el injerto no conserva sus raíces. Consiste en que, una vez concluido el período de soldadura (3 a 4 días), se somete a las plantas en forma gradual a las condiciones ambientales. El aspecto más delicado es la humedad ambiental, que incide en la deshidratación de las plantas. La luz y la temperatura son importantes por su efecto sobre la transpiración de las plantas. Se debe procurar entonces seguir, en orden estricto, los siguientes pasos:

- Cortar el control de temperatura para que ésta se regule por el ambiente exterior.
- Abrir parcialmente la cámara para bajar la humedad ambiente un par de días.
- A continuación, abrir totalmente la cámara.
- Disminuir el sombreamiento en forma gradual.

Ante la eventualidad de que las plantas muestren síntomas de deshidratación, se debe volver atrás, es decir, sombrear, cerrar la cámara y, si fuera necesario, asperjar agua sobre las plantas.

En caso de que la cámara de injertación deba seguir utilizándose para nuevas partidas de plantas injertadas, se debe disponer salas o cámaras de aclimatación donde realizar los pasos antes mencionados.

En condiciones normales la aclimatación no debiera demorar más de una semana, con lo cual el tiempo total desde que se hace la injertación hasta que la planta está aclimatada es de aproximadamente 10 días. ▲

### CAMARA DE INJERTACIÓN UTILIZADA EN ENSAYOS INIA



- **Sistema eléctrico**
  - Cable calefactor ADKG 31, 110 voltios, 500 watt, 31 m de largo, para superficie máxima de 4 m$^2$.
  - Termostato.
  - Transformador de voltaje 220/110, 500 watt.
- **Portacable y soporte para bandejas**
  - Bastidores de aluminio de 1 m$^2$ con calados cada 6 cm para afirmar el cable, que sirve también para colocar sobre él las bandejas con plantas.
- **Coberturas de abrigo**
  - Doble túnel con arcos de aluminio y láminas de polietileno de 0,10 mm de espesor.
- **Coberturas de sombreado**
  - Techos de malla raschel horizontales para dar sombra variable.

### GLOSARIO

- **Cotiledones:** hojas que vienen formadas desde la semilla como parte del embrión y que, en las especies aludidas en el artículo, al emerger se extienden como un par visible.
- **Cucurbitáceas:** familia botánica que incluye a melón, zapallo, pepino, sandía y otras similares.
- **Etiolación/etiolado:** crecimiento alargado y débil de las plantas por falta de luz.
- **Haces vasculares:** estructuras características de las plantas herbáceas en forma de cordones (haces) distribuidos en los tallos, donde se localizan ambos tejidos conductores: xilema y floema.
- **Hipocotilo:** porción de tallo entre los cotiledones y las primeras raíces.
- **Nudo cotiledonar:** punto de inserción de los cotiledones en el tallo.